

обязательные и желательные. Обязательные условия определяются основным технологическим назначением прессы – качественное обеспечение выполнения технологического процесса. Как правило, эти условия представляются в виде аналитических зависимостей геометрических параметров механизма и одной из кинематических характеристик (перемещение или скорость ползуна). Желательные условия представляют условия эффективного функционирования механизма и представляются обычно в виде алгебраических равенств или неравенств. Количество и вид алгебраических выражений условий зависит от типа прессы, его назначения и конструктивных особенностей. Обязательными условиями синтеза являются обеспечение заданного полного хода ползуна, ограничение величины скорости главного ползуна и ее постоянство на участке рабочего хода, обеспечение длительного выстоя прижимного ползуна в нижнем положении и др. Желательными условиями синтеза являются условия существования механизма, ограничения величины углов давления в кинематических парах, максимальные значения ускорения ползуна, ограничения размеров звеньев и др. Ввиду наличия нескольких условий в виде алгебраических уравнений и неравенств решение задачи выбора оптимального сочетания параметров представляет собой задачу нелинейного программирования. Ставится задача определения такого сочетания варьируемых параметров (геометрических размеров механизма), при котором обеспечивается минимум или максимум целевой функции (одно или несколько обязательных условий синтеза) при одновременном удовлетворении ограничений (желательные условия синтеза). Решение задачи многопараметрической нелинейной условной оптимизации возможно одним из численных методов, наиболее приемлемыми из которых являются метод сопряженных градиентов или метод деформируемого многогранника.

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА НАНЕСЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СМАЗОК ПРИ ГОРЯЧЕЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ**

В. В. Кухарь, профессор., д-р техн. наук, Р. В. Суглобов, ст. преп.,  
А. Г. Присяжный, ст. преп., ГВУЗ «ПГТУ»

Эффективность использования водно-графитовых технологических смазок (ТС) в процессах горячей обработки металлов давлением не вызывает сомнения по сравнению, например, с твердыми или маслосмазочными препаратами (Taylan A., Mayur D., Chun Liu, Manas

Shirgaokar). ТС на водной основе являются бездымными, при непреднамеренных разливах не создают травмоопасных ситуаций, а устройства для их нанесения легко автоматизировать (Behrens В.-А., Lueken I., Odening D.) Для улучшения условий работы в прокатно-штамповочной отрасли и минимизации негативного влияния на окружающую среду с обязательным увеличением производительности и стойкости штампов в Европейском Союзе учрежден отраслевой исследовательский проект «Brite-Euram», целью которого является разработка экологически безопасных систем смазки инструмента для горячей обработки материалов (Sheljaskow S.)

Наиболее распространено смазывание и охлаждение рабочих частей штампового инструмента способами смачивания (“dip cooling”), облаком тумана ТС (“film cooling”) и распылением (“spray cooling”). Нанесение ТС на поверхность заготовки сопровождается повышенным расходом смазочного материала. При горячей штамповке или прокатке, когда температура рабочего инструмента выше некоторой критической величины («Leidenfrost-temperature»), возможно возникновение нежелательной «паровой подушки» («Leidenfrost-effect») между поверхностью деформируемого металла и инструмента. С данной точки зрения смазывание распылением является более предпочтительным, т.к. наличие кинетической энергии у капель ТС способствует их проникновению в глубокие полости ручьев (Behrens В.-А., Lueken I., Odening D.) Для высокоточного нанесения смазки на рабочие поверхности штампов разработаны устройства, основанные на эффекте распыления жидкости под высоким давлением (40...80 атм. и более). Такие устройства содержат герметично закрытый прочный бак емкостью 45...400 л, компрессор для нагнетания воздуха и создания высокого давления в баке, электродвигатель, трубопровод и распылительную головку. Предусмотрены исполнения с ручным, полуавтоматическим и автоматическим перемешиванием ТС для исключения слипания частиц графита и закупорки форсунок. Необходимость продавливания ТС через сопла форсунок с малыми проходными сечениями накладывает ограничение на дисперсность помола её нерастворимых компонентов. Известны устройства, в которых нанесение ТС осуществляется подаваемым под давлением инертным газом (Bassi Stefano, Borgogno Alessandro, Porto Gianluca, Giudici Raoul). Здесь возможности более равномерного и глубокого нанесения смазки связаны с эксплуатацией криостойких баков с жидким азотом, испарителей для его испарения при оптимальном давлении и температуре, инжекторов для впрыскивания газо-смазочной смеси в полость штампа, что делает данные конструкции весьма энергоемкими. В работе Manas Shirgaokar также изучено

изменение температуры штампов при их смазке и охлаждении различными способами в технологических циклах автоматизированной штамповки на механических и гидравлических прессах и подтверждены наилучшие результаты для нанесения ТС распылением.

Недостатки способов распыления жидких ТС, заключающиеся в их подаче в систему под давлением, подводе сжатой среды для продувки и барботажа смазки по отдельным трубопроводам, засорения трубопроводов, исключаются при использовании эжекторных узлов. Способы предполагают приготовление раствора ТС, смешение его с потоком воздуха, подвод смеси по трубопроводу к смазываемым поверхностям и распыление, при котором предусмотрено создание локального сопротивления потоку воздушно-смазочной смеси для установления давления в зоне смешивания больше атмосферного. Типовым устройством для реализации данного способа является конструкция эжектора, содержащая корпус, сопло, трубопровод, подпружиненный шток для уменьшения поперечного сечения трубопровода, открытый бак и всасывающий рукав. Воздушный поток от пневматической сети проходит через сопло и трубопровод с открытым сечением при отжатом штоке и образует разрежение, благодаря которому из бака всасывается поток ТС, смешивающейся с воздухом за корпусом устройства. Дозировку смазки осуществляют с помощью подпружиненного штока, при изменении положения которого часть воздушного потока направляется на продувку распылителя, а другая – на продувку рукава всасывания ТС и её перемешивание в баке. Такие устройства обладают техническими ограничениями, связанными со сложностью определения их конструктивных параметров, что ухудшает управляемость подачей и отсечкой ТС и требует установки дополнительных звеньев. Стабильность работы устройства и его способность к автоматизации также снижается из-за установки управляющего штока в зоне смешивания.

### **КОНСТРУКЦИЯ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА УСТРОЙСТВА ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СМАЗОК В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЛИНИЯХ ШТАМПОВКИ И ПРОКАТКИ**

В. В. Кухарь, профессор, д-р техн. наук, Р. В. Суглобов, ст. преп.,  
А. Г. Присяжный, ст. преп., ГВУЗ «ПТУ»

Целью работы являлось усовершенствование конструкции устройства для нанесения распыленной технологической смазки на